

**PENGARUH PEMERATAAN BEBAN TERHADAP RUGI-RUGI  
JARINGAN TEGANGAN RENDAH TRANSFORMATOR DISTRIBUSI  
DI PT PLN (PERSERO) RAYON SUKARAME**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:**

**VERIKA TAMARA**

**0613 3031 0907**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG**

**2016**

**PENGARUH PEMERATAAN BEBAN TERHADAP RUGI-RUGI  
JARINGAN TEGANGAN RENDAH TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI  
PT PLN (PERSERO) RAYON SUKARAME**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:  
VERIKA TAMARA  
0613 3031 0907**

**Palembang, Juli 2016**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Mutiar, S.T.,M.T  
NIP. 196410051990031004**

**Ir.Zainuddin Idris, M.T  
NIP. 195711251989031001**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

**Yudi Wijanarko, S.T.,M.T  
NIP. 196705111992031003**

**Mohammad Noer, S.S.T.,M.T.  
NIP. 196505121995021001**

**MOTTO :**

“Kita tidak akan pernah tau hasil yang kita dapatkan jika kita tidak berani memulai dan mencoba”

-Penulis-

“Tugas kita bukanlah untuk berhasil. Tugas kita adalah untuk mencoba, karena di dalam mencoba itulah kita menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil”

-Mario Teguh-

**KUPERSEMBAHKAN KEPADA :**

- ❖ Umak dan Bapakku tercinta yang selalu mendoakan dan menanti keberhasilanku
- ❖ Kakak dan adikku (Intan dan Rizky) yang selalu memberikan semangat
- ❖ Sahabat-sahabatku (Mia, DellaR, DellaF, Kiki, Valen) dan Sahabat Umang-umang (Alfi, aang, aziz, delky, desty, iko, kak din, mas bowok, wawan)
- ❖ Teman-teman seperjuangan jurusan teknik listrik angkatan 2013, Khususnya teman tak seberapa ku Fitri Pebriani dan Sella Marselia
- ❖ Almamater yang ku banggakan

**ABSTRAK**  
**PENGARUH PEMERATAAN BEBAN TERHADAP RUGI-RUGI**  
**JARINGAN TEGANGAN RENDAH TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI**  
**PT PLN (PERSERO) RAYON SUKARAME**

(2016 : xiv + 55 Halaman + lampiran)

---

**Verika Tamara**

**0613 3031 0907**

**Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

**Politeknik Negeri Sriwijaya**

Ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi terjadi dikarenakan adanya penumpukan beban pada salah satu fasa. Ketidakseimbangan beban menyebabkan adanya arus yang mengalir pada penghantar netral transformator, arus netral yang mengalir pada transformator menyebabkan terjadinya rugi-rugi daya pada penghantar netral. Untuk mengurangi besarnya arus netral dan rugi-rugi yang terjadi maka dilakukan pemerataan beban dengan jalan memindahkan beban (sambungan rumah) dari penghantar fasa yang besar ke penghantar fasa yang lebih kecil.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar arus netral dan rugi-rugi penghantar netral sebelum dan setelah dilakukan pemerataan beban. Pengukuran dan perhitungan laporan akhir ini dilakukan pada luar waktu beban puncak dan waktu beban puncak transformator distribusi pada gardu I.2013 di PT PLN (Persero) Rayon Sukarame.

Berdasarkan hasil perhitungan besar arus netral sebelum dilakukan pemerataan beban yaitu 45 A dan 107 A dan rugi-rugi yang terjadi akibat arus netral sebesar 2,265 kW dan 9,063 kW. Namun setelah dilakukan pemerataan beban, besar arus netral berkurang menjadi 11,3 A dan 14,4 A dikarenakan arus netral berkurang maka rugi-rugi pada penghantar netral ikut berkurang menjadi 0,97 kW dan 3,068 kW. Hal ini berarti bahwa program pemerataan beban dapat meminimalisir besar arus dan rugi-rugi yang terjadi pada penghantar netral transformator distribusi.

Kata kunci : Ketidakseimbangan beban, arus netral, rugi-rugi, pemerataan beban

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT LOAD BALANCING OF THE LOSSES ON LOW VOLTAGE NETWORK OF DISTRIBUTION TRANSFORMER IN PT PLN (PERSERO)**

**RAYON SUKARAME**

*(2016 : xiv + 55 pages + Encloser)*

---

**Verika Tamara**

**0613 3031 0907**

*Electrical Engineering*

*State Polytechnic of Sriwijaya*

*Imbalances in the distribution transformer load occurs due to the accumulation of the load on one phase. Load imbalance causes the current flowing in the neutral conductor transformer, neutral current flowing in the transformer caused power losses in the neutral conductor. To reduce the amount of neutral current and the losses that occurred then performed the load balancing by moving loads (house connections) of a large phase conductor to smaller phase conductors.*

*This research was conducted to determine the value of neutral current and neutral conductor losses before and after the load balancing. Measurement and calculation of the final report is done on the outside of peak load and peak load on the distribution transformer substation I.2013 at PT PLN (Persero) Rayon Sukarame.*

*Based on calculations, the neutral current before the load balancing are 45 A and 107 A and the losses that occur as a result of neutral current are 2.265 kW and 9.063 kW. However, after the load balancing, the neutral current is reduced to 11.3 A and 14.4 A because of the neutral current is reduced so the losses in the neutral conductor lessened to 0.97 kW and 3.068 kW. This means that the load balancing program can minimize the amount of current and the losses that occur in the neutral conductor of the distribution transformer.*

**Keywords:** *load imbalance, neutral current, losses, load balancing*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya dan para sahabatnya hingga akhir zaman. Laporan akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya dengan judul “Pengaruh Pemerataan Beban Terhadap Rugi-rugi Jaringan Tegangan Rendah Transformator Distribusi di PT PLN (Persero) Rayon Sukarame”.

Dalam penyusunan dan penulisan laporan akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kedua orang tua, dan juga kepada Pembimbing I dan II, Bapak Mutiar S.T.,M.T dan Bapak Ir.Zainuddin Idris, M.T. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Ibu Arhamur Alaika selaku Manager PT PLN (Persero) WS2JB Rayon Sukarame.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih karena telah membantu serta memberikan doa agar laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Di dalam pembuatan Laporan Akhir ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, untuk itulah penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhirnya Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	 <b>5</b>
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	5
2.2 Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik .....	6
2.2.1 Menurut nilai tegangannya.....	6
2.2.2 Menurut bentuk tegangannya .....	7
2.2.3 Menurut jenis/tipe konduktornya .....	7
2.3.4 Menurut susunan (konfigurasi) salurannya .....	7



2.3 Distribusi Primer .....	8
2.4 Distribusi Sekunder .....	12
2.5 Gardu Distribusi .....	14
2.5.1 Macam-macam gardu distribusi .....	14
2.6 Transformator .....	16
2.6.1 Pengertian transformator .....	16
2.6.2 Transformator tanpa beban .....	18
2.6.3 Transformator berbeban .....	19
2.6.4 Rangkaian ekivalen transformator .....	20
2.6.5 Transformator tiga fasa .....	21
2.6.6 Kelompok hubungan .....	23
2.7 Transformator Distribusi .....	24
2.7.1 Rugi-rugi transformator distribusi .....	25
2.7.2 Tegangan impedansi dan kelompok vektor .....	26
2.8 Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator .....	27
2.9 Losses (Rugi-rugi) Pada Penghantar Netral .....	28
2.10 Ketidakseimbangan Beban .....	28
2.11 Penyaluran dan Susut Daya .....	29
 <b>BAB III KEADAAN UMUM .....</b>	<b>31</b>
3.1 Umum .....	31
3.2 Pengumpulan Data .....	31
3.2.1 Spesifikasi transformator .....	31
3.2.2 Data pengukuran transformator distribusi I.2103 .....	32
3.3 Peralatan Pengukuran .....	34
3.3.1 Tang ampere .....	34
3.3.2 Gps Garmin .....	35
3.4 Metode Perhitungan .....	36
3.4.1 Parameter perhitungan .....	36
3.4.2 Peralatan Pendukung .....	37

3.5 Tahapan Perhitungan .....	37
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1 Perhitungan Sebelum Pemerataan Beban .....	40
4.1.1 Pembebanan transformator .....	40
4.1.2 Ketidakseimbangan beban.....	41
4.1.3 Arus Netral .....	42
4.1.4 Rugi-rugi jaringan tegangan rendah .....	43
4.2 Pemerataan Beban .....	45
4.3 Perhitungan Setelah Pemerataan Beban .....	46
4.3.1 Pemebebanan transformator .....	46
4.3.2 Ketidakseimbangan beban.....	47
4.3.3 Arus netral .....	48
4.3.4 Rugi-rugi jaringan tegangan rendah .....	49
4.4 Analisa Perhitungan .....	52
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2.2 Konfigurasi Saluran Horisontal.....	7
Gambar 2.3 Konfigurasi Saluran Vertikal .....	8
Gambar 2.4 Konfigurasi Saluran Delta.....	8
Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan Radial.....	9
Gambar 2.6 Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung.....	10
Gambar 2.7 Konfigurasi Jaringan Loop.....	10
Gambar 2.8 Konfigurasi Jaringan Spindel.....	11
Gambar 2.9 Konfigurasi Sistem Kluster .....	11
Gambar 2.10 Hubungan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah dan Konsumen .....	12
Gambar 2.11 Gardu Beton .....	14
Gambar 2.12 Gardu Portal .....	15
Gambar 2.13 Gardu Cantol .....	15
Gambar 2.14 Gardu Kios .....	16
Gambar 2.15 Transformator Tanpa Beban.....	18
Gambar 2.16 Hubungan antara $I_0$ , $\phi$ dan $E_1$ .....	18
Gambar 2.17 Transformator Berbeban .....	19
Gambar 2.18 Rangkaian Ekuivalen Transformator .....	20
Gambar 2.19 Hubungan Bintang .....	21
Gambar 2.20 Hubungan Delta .....	22
Gambar 2.21 Hubungan Zig-zag.....	23
Gambar 2.22 Kelompok Hubungan Dy11 .....	24
Gambar 2.23 Vektor Diagram Arus .....	29
Gambar 3.1 Denah Lokasi Transformator Distribusi.....	31
Gambar 3.2 Gardu Distribusi I.2013.....	32
Gambar 3.3 Name Plate Transformator .....	32

Gambar 3.4 Tang Ampere.....	34
Gambar 3.5 GPS Garmin .....	36
Gambar 3.7 Diagram Alir Tahapan Perhitungan .....	39
Gambar 4.1 Vektor Diagram Arus Sebelum Pemerataan Beban .....	43
Gambar 4.2 Vektor Diagram Arus Setelah Pemerataan Beban .....	49
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan LWBP .....	51
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan WBP.....	52

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Karakteristik Twisted Kabel Aluminium (NFA2X) .....	13
Tabel 2.2 Rugi-rugi Transformator Fase Tunggal .....	26
Tabel 2.3 Rugi-rugi Transformator Fase Tiga .....	26
Tabel 2.4 Vektor Grup dan Daya Transformator .....	27
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator .....	32
Tabel 3.2 Hasil Pengukuran LWBP (Siang) pukul 13.40 WIB .....	33
Tabel 3.3 Hasil Pengukuran WBP (Malam) pukul 19.50 WIB.....	33
Tabel 3.4 Hasil Pengukuran LWBP (Siang) pukul 11.15 WIB .....	33
Tabel 3.5 Hasil Pengukuran WBP (Malam) pukul 18.57 WIB.....	33
Tabel 3.6 Spesifikasi Tang Ampere .....	34
Tabel 4.1 Keadaan Beban Pada LWBP.....	40
Tabel 4.2 Keadaan Beban Pada WBP .....	40
Tabel 4.3 Perencanaan Pemerataan Beban Transfomator I.2013 .....	45
Tabel 4.4 Keadaan Beban Pada LWBP.....	46
Tabel 4.5 Keadaan Beban Pada WBP .....	46
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Pemerataan Beban .....	51